



<p>(51) 国際特許分類6 H01L 33/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/45881</p> <p>(43) 国際公開日 1997年12月4日(04.12.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP97/01861</p> <p>(22) 国際出願日 1997年5月29日(29.05.97)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平8/136794 1996年5月30日(30.05.96) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ローム株式会社(ROHM CO., LTD.)(JP/JP) 〒615 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 Kyoto, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 阿部弘光(ABE, Hiromitsu)(JP/JP) 〒615 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内 Kyoto, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 河村 湧(KAWAMURA, Kiyoshi) 〒532 大阪府大阪市淀川区西中島4丁目5番1号 新栄ビル6E Osaka, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB, NL).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME</p> <p>(54)発明の名称 半導体発光素子およびその製法</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A light emitting layer forming section (10) having a double heterojunction structure, comprising an n-type clad layer (3) made of an AlGaInP compound semiconductor, an active layer (4), and a p-type clad layer (5), formed in this order epitaxially on an n-type GaAs semiconductor substrate (1). The clad layer (5) has a carrier concentration of $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ to $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. A window layer (6) of p-type AlGaAs compound semiconductor is grown on the clad layer (5) and p- and n-side electrodes (8 and 9) are provided. The diffusion of the p-type impurities contained in the clad layer (5) into the window layer (6) is minimized during the growth of the crystal of the layer (6), and hence the light emitting efficiency and luminance of the element are improved.</p> <div data-bbox="730 1197 1494 1806"> </div>		

(57) 要約

n型GaAsからなる半導体基板(1)の上に、AlGaInP系化合物半導体からなるn型クラッド層(3)と活性層(4)とp型クラッド層(5)とを順次エピタキシャル成長してダブルヘテロ接合構造の発光層形成部(10)を積層する際に、p型クラッド層をそのキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように成長する。その上に、p型のAlGaAs系化合物半導体からなるウィンドウ層(6)を成長し、p側電極(8)およびn側電極(9)がそれぞれ設けられている。この構成にすることにより、半導体層の結晶成長中にp型不純物が活性層に拡散するのを最小限に抑制し、発光効率が高く高輝度の半導体発光素子が得られる。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア共和国
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロバキア共和国
AU	オーストラリア	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャド
BE	ベルギー	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MK	マケドニア共和国	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CC	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	US	米国
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CN	中国	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LK	スリランカ				

明 細 書

半導体発光素子およびその製法

技術分野

本発明は発光効率を向上させ、光通信や光情報処理のみならず、屋外用表示器や自動車のテールランプ、方向指示器などの高輝度を必要とする光源や、バッテリー駆動の携帯機器のバックライト、表示灯などの低消費電力用の光源にも用いられ得る半導体発光素子およびその製法に関する。

背景技術

従来の可視光の半導体発光素子は、たとえば発光層に AlGaInP 系の半導体材料を用い、特開平4-212479号公報に開示され、図4に示されるような構造になっている。すなわち、図4において、 n 型の GaAs からなる半導体基板11上に、たとえば n 型の AlGaInP 系の半導体材料からなる n 型クラッド層12、ノンドープの AlGaInP 系の半導体材料からなる活性層13、 p 型の AlGaInP 系の半導体材料からなる p 型クラッド層14および AlGaAs 系の半導体材料からなるウィンドウ層（電流拡散層）15が順次エピタキシャル成長され、 GaAs からなるコンタクト層16を介して上部電極（ p 側電極）17および半導体基板11の裏面側に下部電極（ n 側電極）18がそれぞれ Au-Be-Ni 合金および Au-Ge-Ni 合金などにより設けられることにより構成されている。

この構造の発光素子では、両クラッド層12、14により挟まれた活性層13にキャリアを閉じ込め、発光効率を高くできるように発光層形

成部 19 である両クラッド層 12、14 および活性層 13 の各層の AlGaInP 系の材料の混晶比が選定され、ダブルヘテロ接合構造になっている。また、クラッド層 12、14 は、たとえば特開平 4-212479 号公報に示されているように、そのキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ になるように形成されている。これはキャリア濃度があまり低くなるとキャリアの閉じ込め効果が薄れるためと考えられているからである。

従来の図 4 に示される構造の半導体発光素子では、いかに工夫をしても発光効率が低く、輝度が一定値以上に向上しない。本発明者は、半導体発光素子の発光効率を向上させるため鋭意検討を重ねた結果、p 型クラッド層やウィンドウ層をエピタキシャル成長している間に p 型クラッド層の亜鉛やマグネシウムなどの p 型不純物が活性層に拡散し、活性層と p 型クラッド層との界面および活性層の結晶性を劣化させていることが、発光効率を低下させ、輝度が向上しない原因であることを見出した。

本発明は、このような問題を解決して半導体発光素子の発光効率を向上させるためになされたもので、半導体層の結晶成長中に p 型不純物が活性層に拡散するのを最小限に抑制し、発光効率が高く高輝度の半導体発光素子を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、前述の高輝度の半導体発光素子を得るための製法を提供することにある。

発明の開示

本発明者は、前述の半導体層をエピタキシャル成長させている間に p 型不純物が活性層に拡散するのを防止するため、さらに鋭意検討を重ねた結果、p 型クラッド層のキャリア濃度が最終的に $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように p 型クラッド層への p 型不純物のドーピング量

を調整することにより、拡散による活性層の結晶性の劣化を最小限に抑えることができ、高輝度の発光素子が得られることを見出した。

本発明による半導体発光素子は、第1導電型の半導体基板と、該半導体基板上に積層されn型クラッド層とp型クラッド層とにより活性層が挟持される発光層形成部と、該発光層形成部上に設けられる第2導電型のウィンドウ層と、該ウィンドウ層および前記半導体基板にそれぞれ電氣的に接続して設けられる電極とからなり、前記p型クラッド層はそのキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように形成されている。この構成にすることにより、p型不純物の絶対量が少なく、その後の半導体層の成長中にp型不純物が活性層側に拡散してもその量は極微量であり、結晶性を損うことがなく、発光特性の低下を招かない。

前記p型クラッド層の前記活性層と反対側にキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で、前記p型クラッド層と同じ材料系の半導体層からなるp型の第2クラッド層が設けられることにより、キャリア濃度を小さくしたp型クラッド層と隣接するキャリア濃度が大きい半導体層との間で生じやすいヘテロバリアによる電圧降下を防止することができるため好ましい。ここに同じ材料系の半導体とは、化合物半導体を構成する元素が同じ化合物を意味し、その組成比が異なるものも含む意味である。

前記発光層形成部がAlGaInP系化合物半導体の積層体からなり、前記p型クラッド層の上にAlGaInP系化合物半導体からなる前記p型の第2クラッド層を介して、p型のAlGaAs系化合物半導体からなる前記ウィンドウ層が積層されることにより、赤色系の高輝度の半導体発光素子が得られる。また、前記p型の第2クラッド層が設けられることにより、前記ウィンドウ層のキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ でもヘテロバリアによる電圧降下を防止することができて、

電流を十分に拡散することができ、高輝度の半導体発光素子が得られる。

ここに AlGaInP 系化合物半導体とは、 $(\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x})_{0.51} \text{In}_{0.49} \text{P}$ の形で表され、 x の値が 0 と 1 との間で種々の値のときの材料を意味する。また、 AlGaAs 系の材料とは、 $\text{Al}_y \text{Ga}_{1-y} \text{As}$ の形で表され、 y の値が 0.6 と 0.8 との間で種々の値のときの材料を意味する。

また、本発明による半導体発光素子の製法は、(a) 半導体基板上に n 型クラッド層、ノンドープの活性層および p 型クラッド層からなる発光層形成部を、該 p 型クラッド層のキャリア濃度が最終的に $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように順次積層し、(b) 該発光層形成部の上に p 型のウィンドウ層を成長し、(c) 該ウィンドウ層および前記半導体基板に電氣的に接続するように電極を形成することを特徴とする。

前記半導体層の積層を MOCVD 法により行い、前記キャリア濃度の調整を導入するドーパントガスの流量の調整により行うことにより、キャリア濃度を容易に調整することができる。

前記発光層形成部を AlGaInP 系化合物半導体の積層により形成し、前記ウィンドウ層を AlGaAs 系化合物半導体の積層により形成することにより、赤色系の高輝度の半導体発光素子が得られる。

前記発光層形成部と前記ウィンドウ層との間に、前記発光層形成部と同じ材料系の半導体材料でキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ になるように不純物をドーピングしながら p 型の第 2 クラッド層を形成することにより、ヘテロバリアによる電圧降下を防止することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の半導体発光素子の断面構造を示す図である。

第2図は、p型クラッド層のキャリア濃度を变化させたときの発光強度の変化を示す図である。

第3図は、本発明の半導体発光素子のさらに改良した断面構造を示す図である。

第4図は、従来の半導体発光素子の断面構造を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体発光素子およびその製法について説明をする。

本発明の半導体発光素子の構造は第1図にその一例の断面説明図が示されているように、たとえばn型GaAs基板からなる第1導電型の半導体基板1と、その半導体基板1上にAlGaInP系化合物半導体層が積層されn型クラッド層3とp型クラッド層5とにより活性層4が挟持される発光層形成部10と、その発光層形成部10上に設けられる、たとえばp型のAlGaAs系化合物半導体からなる第2導電型のウィンドウ層6と、そのウィンドウ層6および半導体基板1にそれぞれ電気的に接続して設けられるp側電極8およびn側電極9とからなっている。そして、本発明ではp形クラッド層5がそのキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように形成されていることに特徴がある。

前述のように、本発明者は、半導体発光素子の発光効率を向上させるため鋭意検討を重ねた結果、従来の半導体発光素子で発光効率が向上しない原因は、p型クラッド層の不純物濃度が高く、クラッド層やウィンドウ層をエピタキシャル成長させている間に、p型不純物が活性層に拡散して活性層の結晶性を劣化させていることにあることを見出した。そこで本発明者はp型クラッド層から活性層へのp型不純物の拡散の影響を少なくする条件を鋭意検討して調べた結果、図2に示されるように、

p型クラッド層のキャリア濃度が最終的に $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるようにp型不純物をドーピングしてp型クラッド層を積層することにより高い発光効率を得られることを見出した。このp型クラッド層の最適なキャリア濃度の範囲を見出すのに用いた半導体発光素子の構造が図1に示される構造のものである。

すなわち、n型のGaAs基板1上に、セレンが $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のキャリア濃度になるようにドーパされたGaAsからなるバッファ層2を $0.1 \mu\text{m}$ 程度、セレンが $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 程度のキャリア濃度になるようにドーパされた $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ からなるn型クラッド層3を $0.5 \mu\text{m}$ 程度、ノンドープの $(\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75})_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ からなる活性層4を $0.5 \mu\text{m}$ 程度、亜鉛のドーピング量を種々変化させてキャリア濃度を変えた $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ からなるp型クラッド層5を $0.5 \mu\text{m}$ 程度、および亜鉛が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のキャリア濃度になるようにドーパされた $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ からなるウィンドウ層6を $5 \mu\text{m}$ 程度、亜鉛が $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度のキャリア濃度になるようにドーパされたGaAsからなるコンタクト層7を、たとえばMOCVD法（有機金属化学気相成長法）により順次エピタキシャル成長させることにより製造されている。

このように結晶成長させた基板の上面および裏面側に、Au-Be-Ni合金などからなる上部電極（p側電極）8およびAu-Ge-Ni合金などからなる下部電極（n側電極）9を形成し、ダイシングして素子化する。なお、コンタクト層7はp側電極8とウィンドウ層6とのオーミックコンタクトを得るために設けられている。また、半導体層が積層された上面側を光の取出し面としているため、発光層形成部10で発光した光を遮断したり吸収するp側電極8およびコンタクト層7は電流を流すための必要最小限の面積になるようにパターンニングされている。また、

発光層形成部10を構成する活性層4と両クラッド層3、5とは、その材料、たとえばA1の混晶比を異ならせ、活性層にキャリアや光を閉じ込めやすくするダブルヘテロ接合になっている。

この構造の半導体発光素子で、p型クラッド層5以外の各半導体層は常に以上の条件で成長させ、p型クラッド層5のみについて、ドーピングする不純物量を変化させてキャリア濃度の異なる半導体発光素子を種々製造し、それぞれの発光強度を調べた。その結果を図2に示す。なお、キャリア濃度は、単層でC-V測定の方法（空乏層容量の依存性からキャリア濃度を求める方法）により測定し、そのときの不純物量（ドーパントガスの流量）により対応させた。

図2において、横軸はp型クラッド層5のキャリア濃度 N_A (cm^{-3})を示し、縦軸は前述の構造の発光ダイオード(LED)の発光強度を任意単位(a.u.)で示したものである。図2からp型クラッド層のキャリア濃度が従来の $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度の高いキャリア濃度では発光強度が極端に低下していることがわかる。そして、 $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるようにp型不純物をドーピングすることにより、最も高い発光強度が得られ、従来のp型クラッド層のキャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度の場合に比べて1.5倍程度に向上している。キャリア濃度が低くなり過ぎると、p型クラッド層が高抵抗になること、およびキャリアコントロールが難しくなり、品質が安定しなくなることのため好ましくない。

このような半導体発光素子を製造するには、たとえばn形のGaAs基板1をMOCVD装置内に入れ、反応ガスのトリエチルガリウム（以下、TEGという）またはトリメチルガリウム（以下、TMGという）およびアルシン（以下、 AsH_3 という）、Seのドーパントガスである H_2Se をキャリアガスの水素(H_2)と共に導入し、600～75

0℃程度でエピタキシャル成長し、キャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度になるようにSeがドーブされたn形のGaAsからなるバッファ層2を $0.1 \mu\text{m}$ 程度成膜する。ついで、 AsH_3 に代えてホスフィン（以下、 PH_3 という）を、さらにTMAおよびトリメチルインジウム（以下、TMI nという）を導入し、n形でキャリア濃度が $5 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のたとえば $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.51} \text{In}_{0.49} \text{P}$ からなるn形クラッド層3を $0.5 \mu\text{m}$ 程度、反応ガスのTMAを減らしてTEGまたはTMGを増やし、たとえばノンドープの $(\text{Al}_{0.25} \text{Ga}_{0.75})_{0.51} \text{In}_{0.49} \text{P}$ からなる活性層4を $0.5 \mu\text{m}$ 程度、n形クラッド層3と同様の反応ガスで、 $\text{H}_2 \text{Se}$ の代わりに、Znのドーパントガスとしてのジメチル亜鉛（以下、DMZnという）を導入してキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の $(\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3})_{0.51} \text{In}_{0.49} \text{P}$ からなるp形クラッド層5を $0.5 \mu\text{m}$ 程度エピタキシャル成長する。

さらに、ドーパントガスのDMZnを導入しながら、反応ガスをTMA、TEGまたはTMGおよび AsH_3 として、キャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度の $\text{Al}_{0.7} \text{Ga}_{0.3} \text{As}$ からなるウィンドウ層6を $5 \mu\text{m}$ 程度エピタキシャル成長し、さらに、TEGまたはTMGと AsH_3 およびDMZnを導入することにより、キャリア濃度が $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度のGaAsからなるコンタクト層7を $0.05 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 程度成膜する。なお、キャリア濃度を所望の値にするためには、ドーパントガスの流量を多くすればキャリア濃度が大きくなり、ドーパントガスの流量を少なくすればキャリア濃度が小さくなる。

このようにエピタキシャル成長された基板の上面および裏面側に、Au、Be、Niなどの金属膜を真空蒸着などにより成膜してアニール処理をすることにより、Au-Be-Ni合金などからなる上部電極（p側

電極) 8、およびAu-Ge-Ni合金などからなる下部電極(n側電極) 9を形成し、ダイシングしてチップ化する。

発光層形成部として前述の AlGaInP 系化合物半導体($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{0.51}\text{P}_{0.49}$)を用いる場合、活性層には x が0~0.4程度で、クラッド層には x が0.6~1程度の組成のものを用いることにより、とくに発光特性の優れた半導体発光素子が得られる。

前述の例では、半導体発光素子を構成する各半導体層として、具体的な半導体材料を用い、その厚さやキャリア濃度が特定の例であるが、前述のp型クラッド層のキャリア濃度により発光効率に好ましい範囲があるという傾向は、通常の半導体発光素子を得る範囲での材料の変更、半導体層の厚さの変化、およびp型クラッド層以外の半導体層のキャリア濃度の変化によっても図1に示されるようなn型クラッド層3およびp型クラッド層5により活性層4が挟持されることにより発光層形成部10が形成される構造の半導体発光素子に同様に得られる。

図3は本発明の半導体発光素子のさらに改良された構造の断面説明図である。図3において、図1と同じ部分には同じ符号を付してその説明を省略する。図3に示される例では、p型クラッド層5とウィンドウ層6との間に、p型クラッド層5と同じ材料系(構成元素が同じで各元素の混晶比の異なるものも含む)で、キャリア濃度がたとえば $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度に高くなるように亜鉛などの不純物をドーピングしてエピタキシャル成長させたp型第2クラッド層5aが $0.5 \mu\text{m}$ 程度形成されていることに特徴がある。このようなp型クラッド層5と同じ材料系でキャリア濃度の高い半導体層が設けられることにより、ヘテロバリアによる電圧降下を防止することができる。すなわち、キャリア濃度が $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度と高い AlGaAs 系材料からなるウィンドウ層6と、キャリア濃度が $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 程度と低い AlGaInP

n P系化合物半導体材料からなるp型クラッド層5とが直接接触していると、ヘテロバリアによる電圧降下が生じる。しかし、図3に示されるように、p型クラッド層5と同じ材料系でキャリア濃度の高い半導体層を介在させることにより、ヘテロバリアによる電圧降下が生じなくなり、活性層4へのp型不純物の拡散も防止することができ、高特性の半導体発光素子を得られる。この介在させる半導体層、すなわち第2クラッド層5aはキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上あればヘテロバリアによる電圧降下を防止することができる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、活性層の結晶性を低下させることがなく、高い発光効率で高輝度の半導体発光素子を得ることができる。しかも、結晶成長の条件によりp型不純物の活性層への拡散のバラツキもなく、常に一定輝度の安定した半導体発光素子を得られる。そのため、屋外表示器や車載用のテールランプ、ストップランプなどの高輝度を必要とする光源や、携帯電話などバッテリー駆動の携帯機器のバックライト、表示灯などの低消費電力が望まれる高輝度の光源用の発光素子として用いることができる。

請求の範囲

1. 第1導電型の半導体基板と、該半導体基板上に積層されn型クラッド層とp型クラッド層とにより活性層が挟持される発光層形成部と、該発光層形成部上に設けられる第2導電型のウィンドウ層と、該ウィンドウ層および前記半導体基板にそれぞれ電氣的に接続して設けられる電極とからなり、

前記p型クラッド層はそのキャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように形成されてなる半導体発光素子。

2. 前記p型クラッド層の前記活性層と反対側にキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で、前記p型クラッド層と同じ材料系の半導体層からなるp型の第2クラッド層が設けられてなる請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。

3. 前記発光層形成部がAlGaInP系化合物半導体の積層体からなり、前記p型クラッド層の上にAlGaInP系化合物半導体からなる前記p型の第2クラッド層を介して、p型のAlGaAs系化合物半導体からなる前記ウィンドウ層が積層されてなる請求の範囲第2項記載の半導体発光素子。

4. 前記ウィンドウ層のキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ である請求の範囲第3項記載の半導体発光素子。

5. (a) 半導体基板上にn型クラッド層、ノンドープの活性層およびp型クラッド層からなる発光層形成部を、該p型クラッド層のキャリア濃度が最終的に $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ になるように順次積層し、
(b) 該発光層形成部の上にp型のウィンドウ層を成長し、
(c) 該ウィンドウ層および前記半導体基板に電氣的に接続するように電極を形成する

ことを特徴とする半導体発光素子の製法。

6. 前記半導体層の積層をMOCVD法により行い、前記キャリア濃度の調整を導入するドーパントガスの流量の調整により行う請求の範囲第5項記載の製法。

7. 前記発光層形成部をAlGaInP系化合物半導体の積層により形成し、前記ウィンドウ層をAlGaAs系化合物半導体の積層により形成する請求の範囲第5項記載の製法。

8. 前記発光層形成部と前記ウィンドウ層との間に、前記発光層形成部と同じ材料系の半導体材料でキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ になるように不純物をドーピングしながらp型の第2クラッド層を形成する請求の範囲第5項記載の製法。

1/2

FIG. 1

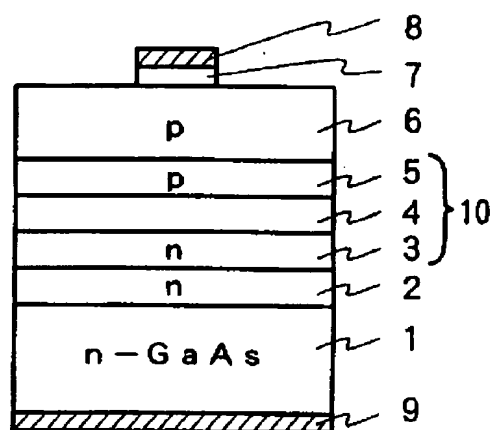
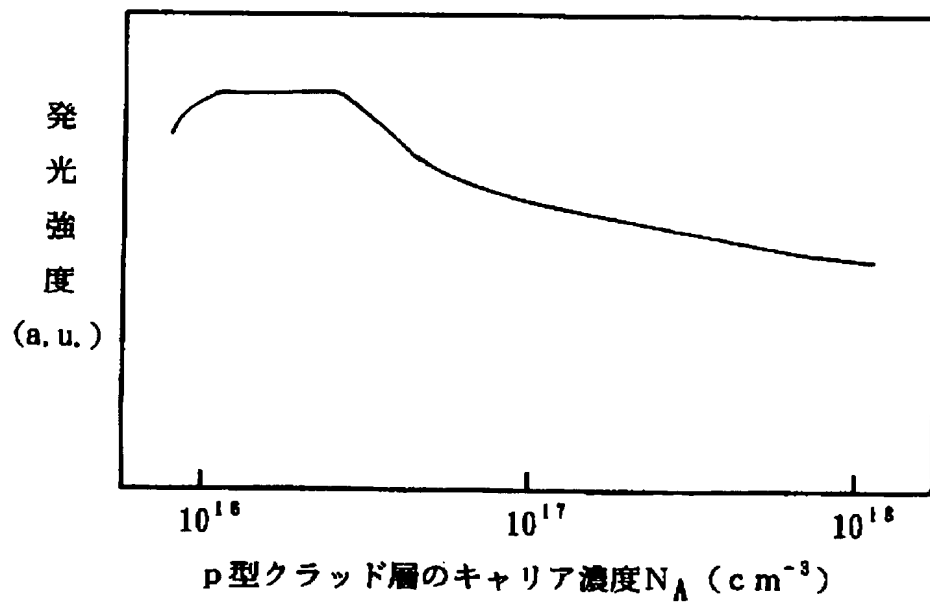


FIG. 2



2/2

FIG. 3

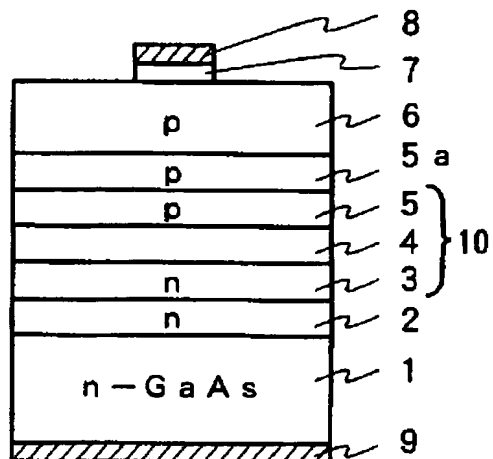
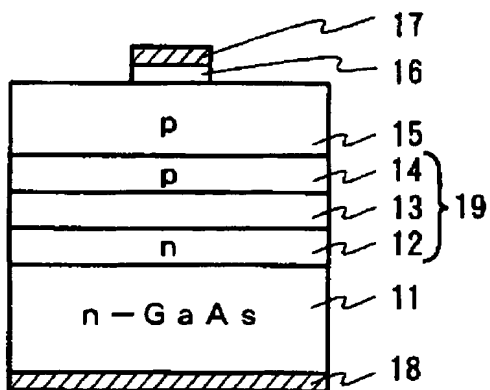


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/01861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1992 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 04-212479, A (Toshiba Corp.), August 4, 1992 (04. 08. 92), Par. Nos. (0021) to (0027); Fig. 1 (Family: none)	1 - 8
Y	JP, 05-110135, A (Japan Energy Corp.), April 30, 1993 (30. 04. 93), Par. Nos. (0004) to (0012); Fig. 2 (Family: none)	1 - 8
A	JP, 08-097467, A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), April 12, 1996 (12. 04. 96), Par. Nos. (0001) to (0017); Fig. 1 (Family: none)	1 - 8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

August 11, 1997 (11. 08. 97)

Date of mailing of the international search report

August 19, 1997 (19. 08. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ H01L 33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ H01L 33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1997

日本国公開実用新案公報 1971-1997

日本国登録実用新案公報 1992-1997

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP. 04-212479, A (株式会社東芝), 04. 8月. 1992 (04. 08. 92), 段落番号【0021】-段落番号【0027】, 第1図, (ファミリーなし)	1-8
Y	JP. 05-110135, A (株式会社日鉱共石), 30. 4月. 1993 (30. 04. 93), 段落番号【0004】-段落番号【0012】, 第2図, (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 08. 97

国際調査報告の発送日

19.08.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉野 三寛 印

2K

9010

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P. 08-097467, A (信越半導体株式会社), 12. 4月. 1996 (12. 04. 96), 段落番号【0001】-【0017】, 第1図, (ファミリーなし)	1-8